

Bírálat Fodor Gyula doktori dolgozatáról

Jakovác Antal

2026. január 19.

A dolgozat címe "Exponentially small radiation of oscillons and oscillatons", témája a klasszikus térelméleti modellekben létrejövő, hosszú élettartamú megoldások szerkezetének vizsgálata, elsősorban a kisugárzott terekre koncentrálván. Ezek a terek kis amplitúdójúak, vizsgálatuk bonyolult analitikus eszközöket igényel. A téma meglehetősen akademikus kérdéseket feszeget, ugyanakkor a sötét anyag vagy egzotikus asztrofizikai objektumok hátterében állhat ilyen jellegű modell.

A dolgozat egy bevezető fejezettel indul, ahol részecske jellegű klasszikus térelméleti megoldásokról (szolitonok, kinkok, breatherek, oszcillonok) olvashatunk.

A következő fejezetekben egyre összetettebb modellekben mutatja be a szerző azt a technikát, amellyel a kisugárzott terek leírása megtehető. Először egy lassú folyamattal meghajtott gyors oszcillátor példája kerül elő. A megfogalmazott lineáris differenciálegyenlet egzaktul megoldható integrál alakban vagy hipergeometrikus függvények segítségével. Így a közelítő megoldások pontossága itt jól nyomon követhető. A közelítő megoldások lehetnek érvényesek a komplex pólusoktól távol (külső kifejtés), vagy ahhoz közel (belső kifejtés). Itt megismerkedhetünk a közelítések pontosítása érdekében alkalmazható Borel felösszegezés és Laplace transzformáció alkalmazási módjával a konkrét esetre.

A harmadik fejezet a módosított Korteweg-de Vries (KdV) egyenletek megoldását tárgyalja a fenti eszközökkel. Itt a teljes térben értelmezett megoldások szimmetrikusak, a megoldást numerikus eszközökkel lehet megtalálni. A szerző megadja a megoldások külső kifejtését, vizsgálja a linearizált egyenletet, majd a komplex kiterjesztés után a belső kifejtést is. Az alkalmazott módszerek nagy pontosságú eredmények elérésére alkalmasak. A szerző külön kitér a lecsengő tér amplitúdójának számítására.

A negyedik fejezet a skalár térelmélet gömbszimmetrikus oszcillációit vizsgálja. Itt a lokális megoldások mindig sugároznak, a periodikus megoldások (gyengén) nemlokálisok, ezeket nevezi a szerző kvázi-breathernek. Ezek a megoldások, bár nem véges energiájúak, az aszimptotikus tartományban jól közelítik a véges energiájú megoldásokat. A megoldások numerikusan vizsgálhatók, az aszimptotikus tartományban linearizáltan kezelhetők. A szerző vizsgálja a kis amplitúdójú kifejtést, amely a központi (core) tartományban megfelelő. Utána a szimmetrikus potenciálok esetén nézi a külső kifejtést, a komplex kiterjesztést, és a belső kifejtést. Ezek segítségével a lecsengő tér am-

plitúdójának számítása is megtehető. A gömbszimmetrikus oszcillonok esetén hasonló módszerek vezetnek eredményre.

Az ötödik fejezet foglalkozik a gravitáló skalárterekkel. A már megismert technikai eszközök itt újra előkerülnek: a periodikus megoldások vizsgálata, majd az oszcillonok sugárzásának tanulmányozása, külön figyelmet szentelve a lecsengő terek amplitúdójára. A kisugárzott energiából meghatározható a tömegveszteségi arány.

A dolgozatot egy összegző kitekintő fejezet zárja.

A téma meglehetősen absztrakt, és az alkalmazott módszerek sok technikai elemet tartalmaznak, emiatt a doktori dolgozat elég nehéz olvasmány. Ugyanakkor a dolgozat nagyon gondos, logikusan felépített, nyelvileg korrekt munka.

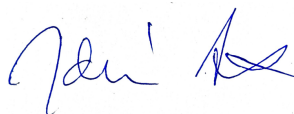
A dolgozat eredményeit a szerző nyolc tézispontban foglalja össze, ezek mindegyikéhez tartozik egy-egy tudományos publikáció. A tézispontok mindegyikét új tudományos eredménynek ismerem el.

Van pár kérdésem a művel kapcsolatban:

- Mennyira stabil a breather-jellegű megoldás, azaz egy általános kezdőfeltétel vezet-e ilyen jellegű megoldásokhoz?
- Mennyire érzékenyek a megoldások az egyenletek pontos alakjára? Valós körülmények között azt gondolhatjuk, hogy sok kis korrekció lehet az egyenletekhez, ez mennyiben érinti a kisugárzott terekre kapott eredményeket?
- A 4. fejezet több ábráján (21, 22, 23-as ábrák) a numerikus pontok és az elméleti görbe erősen eltér egymástól. Tudná kommentálni ezt az eltérést?
- az (50)-es képlet körül nem világos, melyik megoldást választjuk, a képlet szerinti megoldás nem arányos ε -nal.

Összefoglalva a dolgozat magas színvonalú tudományos munkát tükröz, nyilvános vitára alkalmas.

Budapest 2026. január 19.



Jakovác Antal